

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 23 756 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
B 28 D 1/18
B 28 D 7/00

21 Aktenzeichen: 198 23 756.1
22 Anmeldetag: 27. 5. 98
43 Offenlegungstag: 9. 12. 99

71 Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

74 Vertreter:
Münich . Rösler Anwaltskanzlei, 80689 München

72 Erfinder:
Besler, Stefan, 70597 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 Eigenbewegliches Robotersystem zum Fräsen und Bohren von Vertiefungen in Wänden, vorzugsweise Rohbauwänden von Gebäuden
- 57 Beschrieben wird ein eigenbewegliches Robotersystem zum Fräsen und Bohren von Vertiefungen in Wänden, vorzugsweise Rohbauwänden von Gebäuden, mit einer Bewegungseinheit zur Fortbewegung auf horizontalem oder schrägem Untergrund, wenigstens einer, auf der Bewegungseinheit angebrachten, vertikal orientierten Lineareinheit, an der stufenlos höhenverstellbar wenigstens ein Werkzeugkopf zum Fräsen und/oder Bohren anbringbar ist, einem Ortungssystem, das aktiv die aktuelle räumliche Position des Robotersystems bestimmt sowie einer Steuereinheit, in die über Eingabemittel Daten über die räumliche Anordnung der zu bearbeitenden Wände sowie Angaben über Anzahl, räumlicher Verlauf, Art und Form der Vertiefungen in den Wänden eingegeben sind, und die unter Zugrundelegung dieser Informationen sowie der mittels des Ortungssystems bestimmten aktuellen Position Ansteuersignale für die Bewegungseinheit und/oder zur Betätigung der Lineareinheit sowie des Werkzeugkopfes generiert.

DE 198 23 756 A 1

DE 198 23 756 A 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein eigenbewegliches Robotersystem zum Fräsen und Bohren von Vertiefungen in Wänden, vorzugsweise Rohbauwänden von Gebäuden.

Stand der Technik

Insbesondere auf dem Bausektor sind zur Errichtung von Gebäuden eine Vielzahl unterschiedlicher monotoner und kraftraubender Arbeitsschritte durchzuführen, die in der Regel unter großer Anstrengung von den Arbeitern zu verrichten sind und überdies einen beträchtlichen Zeit- und Kostenfaktor im Hinblick auf den gesamten Zeit- und Kapitalaufwand zur Errichtung eines Gebäudes darstellen. So beläuft sich typischerweise der Anteil der Lohnkosten auf knapp 50% aller für die Errichtung eines Gebäudes anfallender Kosten und stellt somit den Löwenanteil der Gesamtkostenlast dar.

Trotz verschiedener Bemühungen und Ansätze die menschliche Arbeitskraft im Baubereich zu entlasten, beispielsweise durch gezielte Nutzung von Automaten, bleibt die menschliche Arbeitskraft bis heute der Hauptproduktionsbestandteil im Bau.

Unter den manuell durchzuführenden Arbeitsschritten zur Errichtung eines Gebäudes stellen Verlegearbeiten von Leitungen in Wand-, Boden- und Deckenbereichen von im Rohbau befindlichen Gebäuden den Hauptanteil an Personalkosten dar. Diese, insbesondere gemäß DIN 18015 T.1 (11/84) durchzuführenden Leitungsinstallationen in Räumen für Wohnzwecke unterhalb der Raumbegrenzungsoberfläche machen einen Personalkostenanteil von 37% am gesamten Bruttoproduktionswert des Gebäudes aus. Vornehmlich bei Bürogebäuden mit einer Vielzahl an Installationen zur Versorgung einzelner Arbeitsplätze nach individuellen Bedürfnissen kommt dieser Kostenanteil besonders zum Tragen.

Während bei der industriellen Vorfertigung von Wandelementen zahlreiche direkte oder vorbereitende Tätigkeiten mit geeigneten Hilfsmitteln und automatischen Handhabungsgeräten unterstützt werden, kann bislang auf der Baustelle vor Ort die menschliche Arbeitskraft nur durch elektromechanische Werkzeuge, wie beispielsweise Bohrer, Fräser und sonstiger materialabtragender Maschinen unterstützt werden. Beispielsweise werden bei einem durchschnittlichen Einfamilienhaus bis zu 100 Unterputzdosen manuell gesetzt, wobei die Verbindungsleitungen zwischen den Unterputzdosen durch Handfräsen mit Längsschlitzern zur Verlegung von Leitungen oder Leerrohren geschaffen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Einbringen von Vertiefungen in Rohbauwänden bzw. Decken und Böden für das Setzen von Unterputzdosen bzw. Verlegen von Leerrohren und Leitungen möglichst ohne Einsatz menschlicher Körperkraft durchzuführen und eine Arbeitsplattform zu schaffen, mittels derer die zeitintensive Fräs- und Bohrtätigkeit schneller durchzuführen sind. Die im Rohbau am Mauerwerk durchzuführenden Bohr- und Fräsarbeiten sollen insbesondere vollautomatisch und ohne unmittelbare Präsenz und Überwachung durch einen Arbeiter bzw. Operateur erfolgen.

Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Arbeitsplattform zur Durchführung von Fräs- und Bohrarbeiten vorzugsweise an Rohbauwänden von Gebäuden sieht ein eigenbewegliches Roboter-

system vor, das aus folgenden Komponenten zusammengesetzt ist:

Eine Bewegungseinheit dient dem Robotersystem zur Fortbewegung auf einem horizontalen oder schrägen Untergrund, wie er in Gebäuden im Rohzustand anzutreffen ist, und ist bevorzugt als Fahrwagen ausgebildet, dessen Fahrtrieb keine kinematischen Begrenzungen zur Fortbewegung unterliegt.

Eine besonders einfache Ausführungsform ist das Vorsehen zweier getrennt ansteuerbarer Fahrachsen mit jeweils zwei Rädern, die unabhängig voneinander um ihre jeweilige Hochachsen gelenkt werden können.

Auf der Bewegungseinheit ist wenigstens eine vertikal orientierte Lineareinheit vorgesehen, an der stufenlos höhenverstellbar wenigstens ein Werkzeugkopf zum Fräsen und/oder Bohren anbringbar ist. Vorzugsweise sind zwei getrennte Lineareinheiten auf der Bewegungseinheit in vertikaler Erstreckung vorgesehen, eine zum Anbringen eines höhenverstellbaren Bohrkopfes und eine andere Lineareinheit zum Anbringen eines Fräskopfes. Auf diese Weise können in einem ersten Vorgang beispielsweise eine Vertiefung zum Einbringen einer Unterputzdose in die Wand eingebohrt und nachfolgend durch entsprechende Positionierung des Fräskopfes eine Zuführleitung zum Verlegen von Leerrohren in die Wand eingefräst werden.

Die einzelnen Werkzeugköpfe sind zum gezielten Eindringen in die Gebäudewand senkrecht zur vertikal verlaufenden Lineareinheit linear verfahrbar gelagert, so daß die Bohrtiefe bzw. die Schlitztiefe der einzelnen Vertiefungen nicht notwendigerweise durch ein Verfahren der Bewegungseinheit selbst bestimmt wird, sondern durch den einstellbaren Abstand zwischen Werkzeugkopf und der vertikal verlaufenden Lineareinheit.

Ferner ist die auf der Bewegungseinheit angebrachte vertikal verlaufende Lineareinheit drehbar um ihre Hochachse gelagert, so daß Vertiefungsschlitz, die über die Verbindungskante zweier Wandbereiche verlaufen, durch entsprechende Verdrehung der Lineareinheit um ihre Hochachse ohne Unterbrechung des Fräsvorganges eingebracht werden können.

Auch ist es vorzugsweise möglich, zur Bearbeitung von Decken- oder Bodenbereich die Werkzeugköpfe jeweils um eine Achse, die senkrecht zur Lineareinheit orientiert ist, zu schwenken, so daß der Bohr- oder Fräskopf nach oben oder nach unten gerichtet werden kann.

Um der Forderung nach einem eigenbeweglichen Robotersystem gerecht zu werden, ist erfindungsgemäß ein Ortungssystem vorgesehen, das aktiv die aktuelle räumliche Position des Robotersystems bestimmt. Das Ortungssystem weist vorzugsweise optische, magnetische und/oder elektrische Sensoren auf, mittels derer eine exakte Lokalisierung des erfindungsgemäßen Robotersystems innerhalb des Gebäudes möglich ist. So können an den Wänden sogenannte Markierungshilfen angebracht werden, die optisch, elektrisch oder magnetisch detektierbar sind, so daß das Ortungssystem die Lage des Robotersystems relativ zu den, durch die angebrachten Soll-Markierungen vordefinierten Stellen bestimmen kann.

Ferner weist das Ortungssystem vorzugsweise Abstandssensoren auf, die den aktuellen Abstand zumindest zu einer Wandfläche erfassen. Typische Abstandssensoren sind beispielsweise Ultraschallsensoren oder optische Sensoren, die auf der Basis von Laufzeit- oder Interferenzmessungen den exakten Abstand zwischen zwei Objekten erfassen können.

Auch kann das Ortungssystem durch das an sich bekannte GPS-System unterstützt sein, das zur feineren aufgelösten Ortsbestimmung als differentielles GPS-System (DGPS) ausgebildet sein sollte. Derartige Systeme sind heutzutage

kommerziell erhältlich.

Schließlich sieht das eigenbewegliche Robotersystem eine Steuereinheit vor, in die über wenigstens ein Eingabemittel Daten über die räumliche Anordnung der zu bearbeitenden Wände sowie Angaben über Anzahl, räumlichen Verlauf, Art und Form der Vertiefungen in die Wände eingegeben sind. Unter Zugrundelegung dieser Informationen sowie der mittels des Ortungssystems bestimmten aktuellen Position des eigenbeweglichen Robotersystems innerhalb des Gebäudes, generiert die Steuereinheit Ansteuersignale für die Bewegungseinheit, zur Betätigung der Lineareinheit sowie der Werkzeugköpfe.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen eigenbeweglichen Robotersystems bestehend aus einer Bewegungseinheit, einer Lineareinheit, an der Werkzeugköpfe zum Fräsen oder Bohren angebracht sind, einem Ortungssystem sowie einer Steuereinheit ist es möglich, nach entsprechender Programmierung des eigenbeweglichen Robotersystems das Einbringen von Vertiefungen in Wänden zum Verlegen von Unterputzdosen sowie von Leerrohren vollkommen selbständig, d. h. ohne menschliche Überwachung, durchzuführen.

Das erfindungsgemäße System kann vorzugsweise durch das Anbringen einer Absaugvorrichtung weitergebildet werden, die den beim Bohren und Fräsen anfallenden Staub direkt absaugt, wodurch der Staubanteil in der Umgebungsluft erheblich reduziert werden kann, was nicht zuletzt zum Arbeitsschutz beiträgt.

Ferner können Werkzeugköpfe an weiteren Lineareinheiten auf der Bewegungseinheit vorgesehen werden, die das Einsetzen von Unterputzdosen sowie das Verlegen von Leerrohren vornehmen. Auch die letztgenannten Arbeitsschritte können vollautomatisch durchgeführt werden, bis hin zum Verspachteln der Vertiefungen nach Einbringen der entsprechenden Unterputzdosen und Leerrohre.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eigenbewegliches Robotersystem gegenüber einer bearbeiteten Wand,

Fig. 2 Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 mit um 90 Grad gedrehter Lineareinheit sowie

Fig. 3 eigenbewegliches Robotersystem mit Absaugsystem.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 weist das erfindungsgemäße eigenbewegliche Robotersystem eine Bewegungseinheit 1 auf, unter der an zwei getrennt ansteuerbaren und lenkfähigen Achsen jeweils zwei Räder angebracht sind. Die Bewegungseinheit 1 ist im gezeigten Beispiel gegenüber einer im Rohbau befindlichen Wand 2 positioniert, um in diese an vordefinierten Stellen Vertiefungen 3 für Unterputzdosen sowie Längsschlitze 4 für das Verlegen von Leerrohren einzubringen.

In vertikaler Orientierung ist auf der Bewegungseinheit 1 eine Lineareinheit 5 vorgesehen, entlang der stufenlos höhenverstellbar zwei Werkzeugköpfe, nämlich ein Fräskopf 6 und ein Bohrkopf 7 auswechselbar angebracht sind.

Nicht in Fig. 1 dargestellt sind die Sensoren für das Ortungssystem, das dem eigenbeweglichen Robotersystem seine exakte Lage innerhalb des Raumes angibt. Über eine Steuereinheit 8 können manuell oder über eine entsprechende Schnittstelle Daten über die Ausgestaltung der Räumlichkeiten sowie über Anzahl, räumlichen Verlauf, Art

und Form der in die Wände einzubringenden Vertiefungen eingegeben werden. So können die Raumdaten über ein CAD-System, auf dem der gesamte Hausplan abgespeichert ist über die Steuereinheit dem System übertragen werden.

Für eine erleichterte räumliche Orientierung des eigenbeweglichen Robotersystems können Markierungen jeweils an den Stellen an der Wand befestigt werden, an denen die Unterputzdosen eingebracht werden sollen. Mit Hilfe geeigneter Sensoren, wie beispielsweise optische, magnetische oder elektronische Sensoren können diese Stellen lokalisiert und gezielt angefahren werden.

Da das aus einer Lineareinheit und geeignet verschwenkbaren Werkzeugköpfen bestehende Robotersystem auf der Bewegungseinheit 1 montiert ist, kann dieses an beliebige Stellen innerhalb des Raumes selbständig und eigenverantwortlich bewegt werden. Nach Erfassung der Markierungen durch das Ortungssystem werden die günstigen Verbindungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Positionen der Unterputzdosen im Raum berechnet. Auch können die Abstände der jeweiligen mit Hilfe von zu verlegenden Leerrohren zu verbindenden Raumpunkte mit Hilfe handelsüblicher Triangulationssensoren bestimmt werden. Je nach Verwendung des Sensortyps (optisch, magnetisch oder elektrisch) sind die an die Wand zu befestigenden Markierungen geeignet zu wählen. Die Markierungen können nach dem Einmessen des erfindungsgemäßen Robotersystems wieder entfernt werden, zumal die Positionen der einzelnen Unterputzdosen in der Steuereinheit 8 geeignet gespeichert bleiben.

Die Werkzeugköpfe 6 und 7 für den Fräs- sowie Bohrvorgang entsprechen handelsüblichen Schlitz- und Lochfräsern, die sowohl in Bohr- bzw. Fräsrichtung relativ zur vertikal verlaufenden Lineareinheit 5 beweglich angeordnet sind.

Zwar kann die Montage der Unterputzdosen sowie das Verlegen der Leerrohre in die in die Wand eingebrachten Vertiefungen manuell durchgeführt werden, doch können mittels nicht in der Fig. 1 dargestellter weiterer Werkzeugköpfe, die an der Lineareinheit vorzusehen sind, diese Tätigkeiten übernehmen.

In Fig. 2 ist das eigenbewegliche Robotersystem mit einem um 90 Grad verdrehten Stellung der Lineareinheit 5 abgebildet. Der Bohrkopf 7 sowie der Fräskopf 6 können zudem auch um eine senkrecht zur Lineareinheit 5 orientierte Achse geschwenkt werden, um auf diese Weise Bereiche im Boden sowie in der Decke entsprechend bearbeiten zu können.

Ferner weist das Ortungssystem vorzugsweise einen am oberen Ende der vertikal verlaufenden Lineareinheit 5 angebrachten Triangulationssensor (nicht in den Figuren dargestellt) auf, der durch Rotation um seine Vertikalachse den Abstand zu allen ihn umgebenden Wänden bestimmen kann. Zudem umfaßt das Ortungssystem schließlich Sensoren zur Erfassung der zurückgelegten Wegstrecke sowie der an den Antriebsachsen eingestellten Lenkwinkeln.

Fig. 3 zeigt das erfindungsgemäße Robotersystem mit einem am Bohrkopf 7 verbundenen Absaugsystem 8, zur Vermeidung der Staubbildung in der Umluft. Gleichsam der Verbindung zum Bohrkopf 7 kann auch der Fräskopf 6 mit dem Absaugsystem verbunden sein.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen, eigenbeweglichen Robotersystems kann im Gegensatz zur derzeit üblichen Vorgehensweise mit manuell betätigten Werkzeugen das Robotersystem kraftaufwendige Werkzeugbetätigungen- und -führungen vollständig übernehmen. Der Arbeiter wird hierbei vollständig entlastet und kann parallel zum Fräsen oder Bohren andere Tätigkeiten am Bau verrichten. Damit wird nicht nur die körperliche Belastung des Arbeiters erheblich reduziert, sondern aufgrund der Parallelisierung auch ein

Zeit- und Kostenvorteil erzielt.

Bezugszeichenliste

- 1 Bewegungseinheit
- 2 Wand
- 3 Vertiefung für Unterputzdosen
- 4 Vertiefung für Leerrohre
- 5 Lineareinheit
- 6 Fräskopf
- 7 Bohrkopf
- 8 Steuereinheit
- 9 Absaugsystem

Patentansprüche

1. Eigenbewegliches Robotersystem zum Fräsen und Bohren von Vertiefungen in Wänden, vorzugsweise Rohrbauwänden von Gebäuden, mit
 - einer Bewegungseinheit (1) zur Fortbewegung auf horizontalem oder schrägem Untergrund,
 - wenigstens einer, auf der Bewegungseinheit angebrachten, vertikal orientierten Lineareinheit (5), an der stufenlos höhenverstellbar wenigstens ein Werkzeugkopf (6, 7) zum Fräsen und/oder Bohren anbringbar ist,
 - einem Ortungssystem, das aktiv die aktuelle räumliche Position des Robotersystems bestimmt sowie
 - einer Steuereinheit (8), in die über Eingabemittel Daten über die räumliche Anordnung der zu bearbeitenden Wände sowie Angaben über Anzahl, räumlicher Verlauf, Art und Form der Vertiefungen in die Wände eingegbar sind, und die unter Zugrundelegung dieser Informationen sowie der mittels des Ortungssystems bestimmten aktuellen Position Ansteuersignale für die Bewegungseinheit und/oder zur Betätigung der Lineareinheit (5) sowie des Werkzeugkopfes (6, 7) generiert.
2. Eigenbewegliches Robotersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei vertikale, auf der Bewegungseinheit (1) angebrachte Lineareinheiten (5) vorgesehen sind, an deren eine Lineareinheit ein Fräs- und an der anderen Lineareinheit ein Bohrkopf angebracht ist.
3. Eigenbewegliches Robotersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugkopf (6, 7) senkrecht zur Lineareinheit (5) linear verfahrbar gelagert ist.
4. Eigenbewegliches Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugkopf um eine Achse, die senkrecht zur Lineareinheit (5) orientiert ist, schwenkbar ist.
5. Eigenbewegliches Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die auf der Bewegungseinheit (1) angebrachte Lineareinheit (5) drehbeweglich zu ihrer vertikalen Längsachse ist.
6. Eigenbewegliches Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Ortungssystem optische, magnetische und/oder elektrische Sensoren aufweist, durch die zu Orientierungszwecken an die Wände angebrachte Soll-Markierungen erfaßt und erkannt werden.
7. Eigenbewegliches Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ortungssystem Abstandssensoren aufweist, die den aktuellen Abstand zumindest zu einer Wandfläche erfaßt.

8. Eigenbewegliches Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ortungssystem ein GPS-System, vorzugsweise DGPS-System, aufweist.

9. Eigenbewegliches Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Ortungssystem nach dem Triangulations-Prinzip arbeitet und Triangulationssensoren aufweist.

10. Eigenbewegliches Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Werkzeugkopfes (6, 7) ein Absaugsystem (9) vorgesehen ist, das den beim Fräsen und/oder Bohren entstehende Staub absaugt.

11. Eigenbewegliches Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugkopf (6, 7) auswechselbar ist.

12. Eigenbewegliches Robotersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß an die Lineareinheit (5) ein Werkzeugkopf anbringbar ist, der Leitungsleerrohre und/oder Unterputzdosen in die Vertiefungen in den Wänden einbringt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

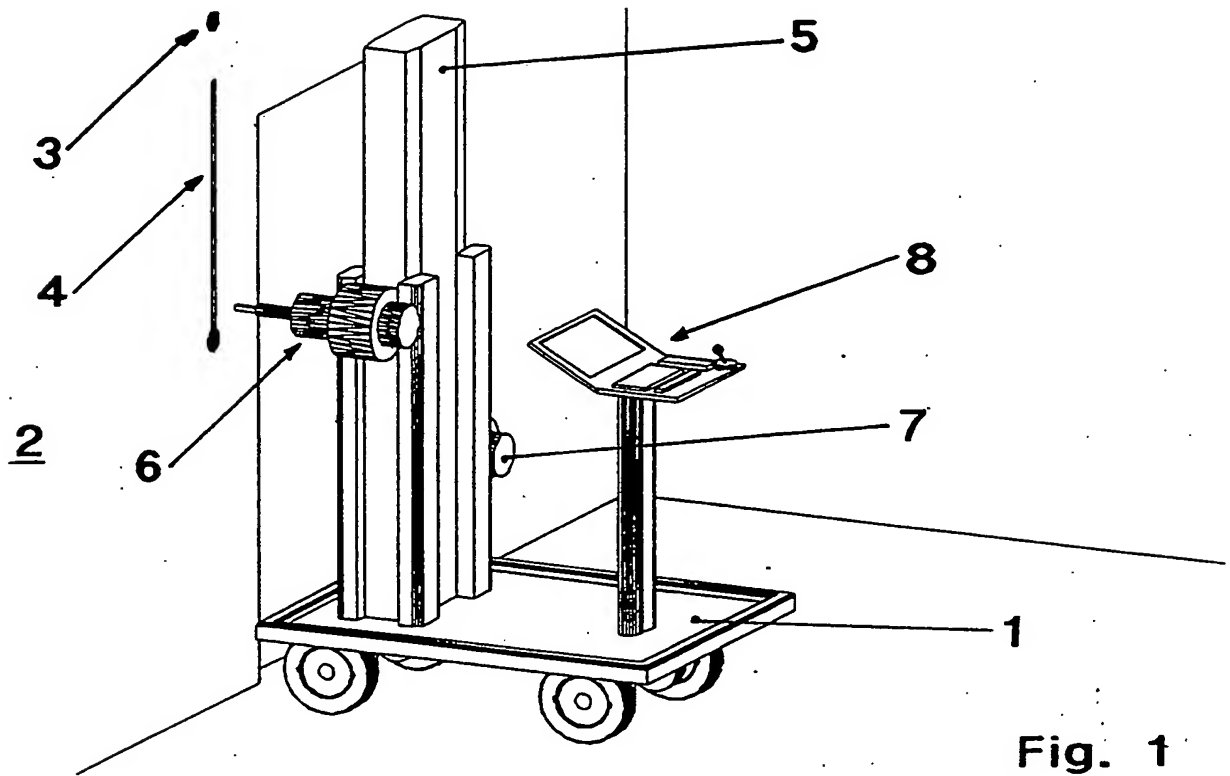


Fig. 1

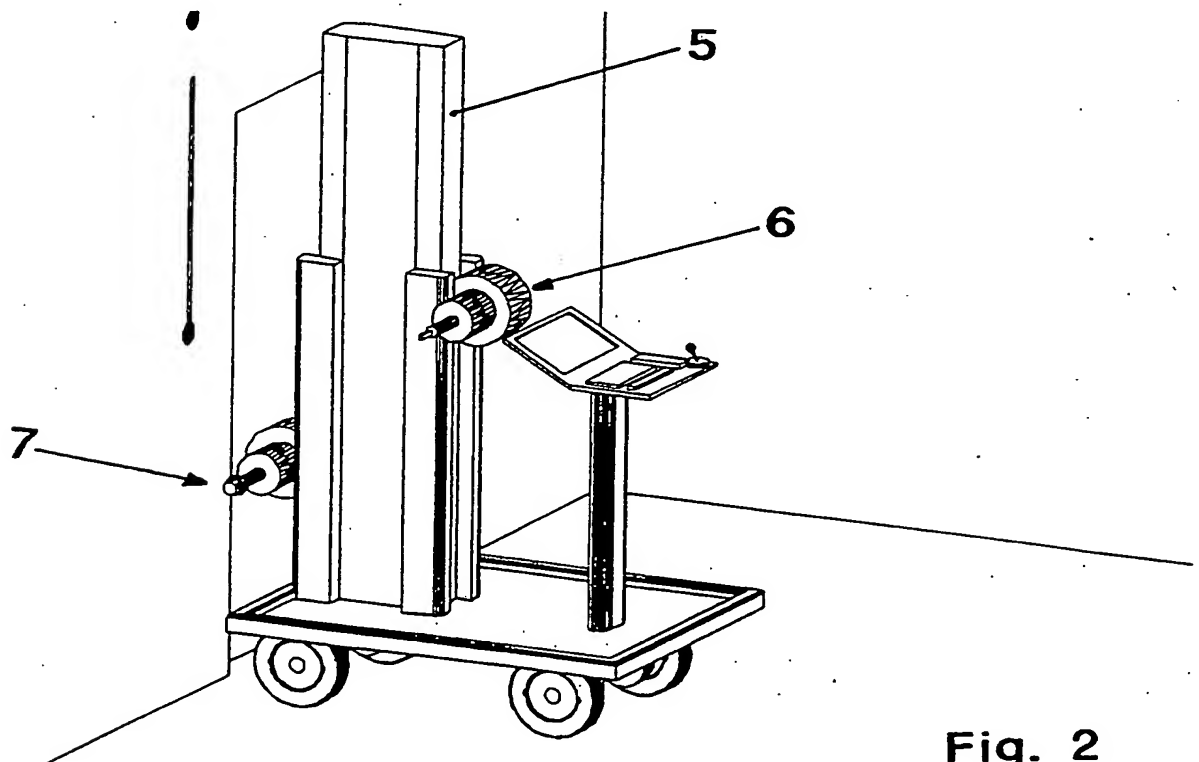


Fig. 2

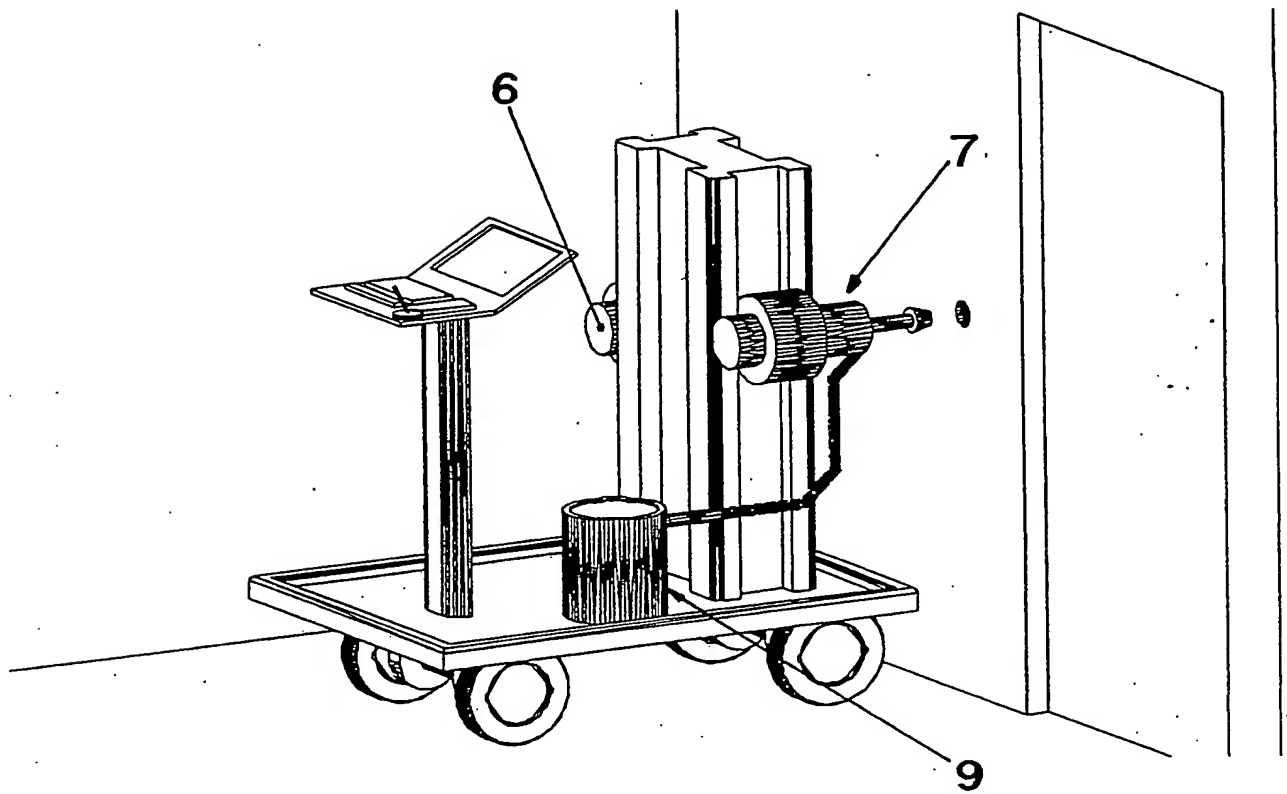


Fig. 3